

인천국제공항 통합공간관리 시스템 프로젝트를 통한 3D 공간관리시스템에 관한 연구

김 언용^{1†}
 한국가상현실¹

A study on 3D space management system through Incheon International Airport Integrated Space Management System Project

Eonyong Kim^{1†}
¹ Korea Virtual Reality inc.

ABSTRACT:

Incheon International airport Corporation (IIAC) has the huge amount of property such as land, buildings and spaces. For managing the asset, they are using scattered information which is 2D Architectural CAD drawings, Documentations, Images, and Alphanumeric based managing system such as ERP. The scattered information provokes to decrease work efficiency. IIAC recognize the situation and develop new system "Integrated Space management System" which is based on a new approach to integrate the scattered information and intuitive way to avoid asked expertise with 3D object, 3D real time rendering technology and intuitive user interface for the frontline user. For the system a tailored and simplified 3D CAD system which is focused on asset management is developed and introduced. With the CAD system, two of problems are overcome which are the required expertise to handle CAD model and the large 3D data handling. The 3D model file format is newly-designed for asset management which cleans up needless data and then making small enough 3D models is possible and distributed process of 3D model handling is possible too.

Key Words: Facility Management, Airport, 3D CAD, BIM

1. 서 론

인천국제공항(이하 IIA)과 같은 대규모 공항은 토지, 건물, 공간과 같은 자산의 규모는 상당히 크다. IIA 의 경우 2,868 필지 49,739,000m² 의 토지, 연면적 1,291,000m² 의 185 개의 건물, 그리고 9,870 개의 공간을 자산으로 가지고 있다. 하지만 이러한 대규모 자산은 2D CAD 파일, 종이로 출력된 도면, 각종 전자 및 종이 문서, 텍스트 기반의 ERP(Enterprise Resource Planning) 와 같은 분산된 정보들을 이용하여 관리되고 있어 왔다.

이러한 분산된 정보들을 이용한 대규모 자산 관리는 효율성 저하를 초래 하고 있다. 효율성 저하의 대표적인 사례는 자산관련 2D CAD 도면과 이와 관련된 ERP 정보들의 불일치에서 발생한다. 이

러한 불일치의 가장 큰 이유는 CAD 도면을 처리하기 위해서는 이를 위한 전문 지식이 필요하다는 문제가 있으며, 자산관리를 담당하는 인력들은 이러한 전문지식을 가지고 있지 못하기 때문에 건축 관련 타 부서와의 협업이 필요하지만 이는 원활하게 이루어 지지 못한다.

이와 같은 문제를 해결 하기 위해서 인천국제공항공사(이하 IIAC)는 2D CAD 와 ERP 를 연계한 임대관리 시스템 TWOD 와 토지관리를 위한 AMAP(Airport Map)을 개발 하였으나, 여전히 CAD 관련 전문지식이 필요하며, 사용자 인터페이스의 복잡성으로 인해 사용을 중단하고 관련 전문 지식의 필요성이 상대적으로 적은 직관적이며 사용이 쉬운 새로운 토지, 건물, 공간 관리시스템의 개발을 추진 하게 되었다.

기존의 관리 방법과 개발되었던 관리 시스템의 문제를 인식하고 공간 및 자산관리의 효율성을 높

† Corresponding Author, eonyong@kovi.com

© Society of CAD/CAM Engineers

이기 위해 먼저 분산된 정보들을 직관적으로 통합하기 위해 3D 객체를 기반으로 한 단순화된 직관적인 사용자 인터페이스의 구현을 시스템 구축의 기본 방향으로 설정 하였다. 이는 시스템의 실사용자인 자산관리 담당자들이 시스템의 사용에 대한 거부감을 줄여 업무를 진행 하는 동안 시스템이 적극적으로 사용될 수 있는 환경을 제공하여 업무의 효율성을 높이기 위한 전략이다.

이 전략을 위하여 2 가지 방법이 사용 되었다. 첫째는 시스템의 몰입도를 높이기 위하여, 3D 시각화 방법을 기존의 건축용 3D 뷰어 (viewer)를 사용하는 대신 실시간 렌더링이 가능한 3D 게임엔진을 사용하였다. 이를 위해서 선행되어야 할 문제는 대용량의 3D 파일을 처리 하는 것이다. 이의 해결방법은 공간관리 시스템을 위하여 새롭게 경량화된 3D 데이터를 위한 파일 포맷을 설계하여 해결 하였다. 이 새로운 파일 포맷은 공간관리 및 자산관리에 초점을 맞추고 불필요한 정보를 제거할 수 있어 파일의 경량화를 가능 하게 했으며, 이를 통해 3D 객체의 로딩 속도 개선, 3D 뷰어 (viewer)에서의 반응시간의 개선으로 인터넷 환경 및 낮은 사양의 컴퓨터에서의 구동이 가능하게 되었다. 두 번째는 도면과 ERP 정보의 일치성을 위하여 자산관리 담당자가 즉시 도면 상의 공간 수정 및 속성정보의 수정을 위한 사용법이 쉬운 맞춤형 3D CAD 시스템을 도입했다. 또한 맞춤형 3D CAD 시스템의 도입은 실시간으로 수정된 공간의 형상 및 정보가 3D 뷰어 에서도 자동으로 반영되기 때문에 자산정보의 신뢰성을 높이는 효과를 볼 수 있었다.

이 시스템은 자산과 공간관리에 초점을 맞추었기 때문에 일정부분의 한계를 가지고 있다. 시설관리 및 BIM 측면에서 볼 때 건물설비 등이 반영되지 않아서 충분하지 못하다는 관점이 있을 수 있다. 이러한 한계는 기획단계에서부터 계획된 것이다. 그 이유는 전체 시설관리를 3D 기반으로 한번에 구축 하기에는 IIA 의 시설물이 방대 하기 때문에 실패할 확률이 높기 때문이다. 이러한 이유로 IIAC 는 단계적으로 처리 하는 접근 방법을 선택하였으며, 이 시스템은 공간 및 자산 관리에 초점을 맞추어서 개발 되었다. 또한 시스템의 최종 사용자의 요구를 적극 반영 하기 위해 재산관리팀(Real-estate management team) 이 시스템 개발을 총괄 하였다. 이러한 이유로 이 시스템은 극히 최종사용자 업무 효율성 및 이용편의성 추구를 목적으로 개발 되었기 때문에 기존의 CAFM 관점과는 거리를 두고 있다. 이러한 이유로 최종사용자와 목적이 틀린 GIS 기반 2D 지하 시설물 관리 시스템이 별도로 개발 진행 되었다. 이러한 단계별 접근 방법으로 시스템 개발 시 발생 할 수 있는 리스크를 줄일 수 있었으며, 관련 기술을 축적 할

수 있었다.

현재 BIM 을 이용하여 건설중인 제 2 터미널 신축을 포함한 3 단계 확장 공사가 완료 되면 BIM 모델을 이 시스템에 적용 하여 시스템을 확장하는 것을 고려 중이다.

2. 시설관리 및 공간관리

공간관리는 시설관리의 구성요소라고 할 수 있다. International Facility Management Association(IFMA)의하면 시설관리는 조직의 인원과 업무와 연관된 물리적 업무공간을 계획 관리하는 전문 분야 라고 정의 하고 있다. 또한 물리적 업무공간과 연계된 각종 장비 및 설비등과 같은 것의 사용 계획 수립 및 관리 라고 볼 수 있다 (IFMA, 2014).

IFMA 의 정의를 통해서 확인 할 수 있는 내용은 시설관리는 공간을 중심으로 이와 연계된 요소를 효율적으로 관리 하여 업무의 효율을 높이고자 하는 것으로 볼 수 있다. 1980 년대 말 시설관리는 PC 기술의 발전으로 이 기술을 적용 하여 CAFM(Computer Aided Facility Management)으로 진화 하였다(Wikipedia, 2014).

CAFM 은 공간관리와 지원 모듈로 구성되었으며, CAFM 은 시설관리 및 부동산 관리를 위한 새로운 기능들을 통합하여 IWMS(Integrated Workplace Management System)으로 진화 하였으나, 공간관리는 여전히 핵심요소로서 취급을 받고 있다. 또한 BIM 개념의 도입으로 2D CAD 와 Spread sheet 와 같은 평면적으로 관리되던 공간을 역동적이며 입체적으로 관리 할 수 있는 방법을 제시하고 있다(IWMSNEWS, 2014).

BIM 과 연계된 시설관리 방법을 제공하기 위하여 현재까지 다양한 솔루션들(ARCHIBUS, 2014; dRofus, 2014; EcoDomus, 2014; FM:Systems, 2014; Zutec, 2014; Zuuse, 2014)이 현재 서비스를 제공하고 있다. 이러한 솔루션들은 BIM 저작 도구인 Autodesk Revit 이나, Graphisoft 의 Archicad 등과의 연동 기능을 제공하여 BIM 데이터를 시설관리에 사용하는 방법을 사용하고 있으며, 주요 연계방법은 IFC 파일을 사용하는 방법을 사용하고 있다. 이러한 솔루션들은 공간관리뿐만 아니라 건물의 설비(MEP)를 포함한 건물 관련 모든 정보를 시설관리의 대상으로 삼고 있으나, 토지와 관련된 정보는 아직 제공 하지 않는 것으로 보인다.

또한 상기의 솔루션과 같은 기존 솔루션들은 공항과 같은 대규모 시설물 관리에 적용된 사례가 없는 것으로 판단된다. 이러한 사례를 추적 하기 위해 BIM 을 적용 하여 공항시설을 신축 및 완료한 사례인 LA World Airport(이하 LAX) 와 Denver International Airport(이하 DIA)를 방문 하여 사례를

분석한 결과에 의하면, LAX 와 DIA 두 공항 모두 실내공간관리 시스템의 구축 사례는 없으며, 공항의 활주로, 계류장 등 공항 기능 시설을 BIM 데이터와 GIS 를 이용하여 시스템을 구축한 사례를 확인 할 수 있었다. 두 공항의 시스템은 IIA 의 지하시설물관리시스템과 유사한 기능과 목적을 가진 시스템으로 확인 되었으며, 이 시스템들은 Esri 의 ArcGIS 와 IBM 의 maximo 를 기반으로 AECOM 에서 개발을 진행 하였다. Fig. 1 은 두 공항의 시스템 화면이다.

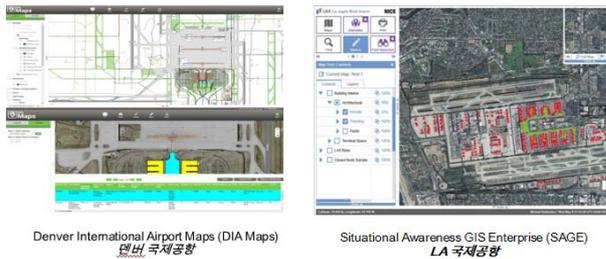


Fig. 1 Airport facility management systems of DIA and LAX

3. 인천공항 통합공간관리 시스템

IIAC 의 Integrated space management system(이하 ISMS)은 재산관리 부서인 재산관리팀이 공간 관리에서 비 효율성을 해결하기 위하여 2012 년 말에 기획을 시작하여 2013 년 12 월부터 2014 년 9 월말(총 10 개월의 개발기간)까지 개발을 진행한 시스템이다. 이 프로젝트의 특징은 기존의 시스템 기획 및 발주와는 틀리게 시스템을 직접 사용하는 부서가 현황을 파악하고 해결을 위한 요구사항을 정의 하여 주도적으로 진행한 프로젝트인 점이다. 이러한 이유로 시스템은 현업의 업무프로세스와 일치되는 장점을 보였다. Table 1 은 ISMS 개발을 위한 현황 분석 및 요구사항을 요약한 것이다.

Table 1 Status and requirements of improvement IIAC space management

구분	현황	시스템을 통한 개선 방향
면적관리	임대면적만 관리	공간별 분류체계를 수립하고 모든 공간에 대한 면적관리
	공용면적 산정 어려움	공용면적 산정로직 수립 및 공용면적 자동계산 기능 도입
도면관리	종이도면에 의존	태블릿 PC 등을 이용한 e-Drawing 기능으로 사무실 외부에서도 종이도면 사용 최소화
	CAD 도면 1 년에 한번 갱신	CAD 도면을 3D 도면으로 실시간 업데이트
	도면 분석을 위한 전문 지식 필요	3D 뷰어 도입으로 시각적, 직관적으로 공간구조 파악
임대관리	임대시 공간 직접 방문 필요	3D 공간관리시스템에서 공간확인 (위치, 면적, 공실 여부 등)가능
	유상 임대만 관리	유무상 공간전체를 관리함으로써 한정된 자원의 합리적 배분 가능
시스템관리	토지와 건물 별도 관리	토지/건물관리를 일관된 사용자 환경에서 관리함으로써 업무효율성 증가
	ERP 미연계	ERP 시스템과 연동하여 3D 공간 기술을 실제 속성정보와 연계

3.1 ISMS 구성

ISMS 는 3D 뷰어인 메인 뷰어와 구체적인 공간관리 업무를 위한 정보를 제공하는 Web 기반 관리 모듈과 모바일 시스템을 이용한 현장조사 시스템 의 3 개 주요 모듈로 구성 되어 있다. Figure. 2 는 시스템의 구성을 보여주는 구성도이다.

3D 뷰어는 건물 과 토지 관리를 위한 모듈로 구성되어 있으며, 건물 검색, 건물 정보, 실내공간 검색, 공간 정보 제공의 기능을 통일된 인터페이스를 이용하여 직관적으로 제공하고 있다. Web 기

반 관리 화면은 토지, 건물, 공간, 임대 관리로 구성 되어 있으며, 관리를 위한 ERP 와 연계된 업무를 위한 각종 정보 및 도면 수정을 위한 기능을 제공한다. 현장조사 시스템은 보안상의 문제로 무선통신을 사용하여 서버에 접속할 수 없기 때문에 데이터를 유선통신망을 이용하여 다운로드와 업로드를 하여 시스템을 운영 할 수 있게 구축 되어 있다.

ISMS 는 IIAC 가 소유 및 관리 하는 모든 시설 및 자산을 3D 모델로 구축한 관계로 향후 다양한

분야로 확장 및 적용 할 수 있는 방법이 제공 가능하다. 이러한 확장성 때문에 ISMS 를 IIA 의 3D 모델 기반 관리 오픈 플랫폼으로 지칭한다. 이 플랫폼을 기반으로 향후 확장 계획은 CCTV 관리와

같은 공항 보안, 실내위치추적 기술을 적용한 indoor navigation, 카트(cart)와 같은 관리가 힘든 자산의 실시간 추적 및 고객 서비스를 위한 정보제공 시스템으로 확장할 계획을 수립 중이다.

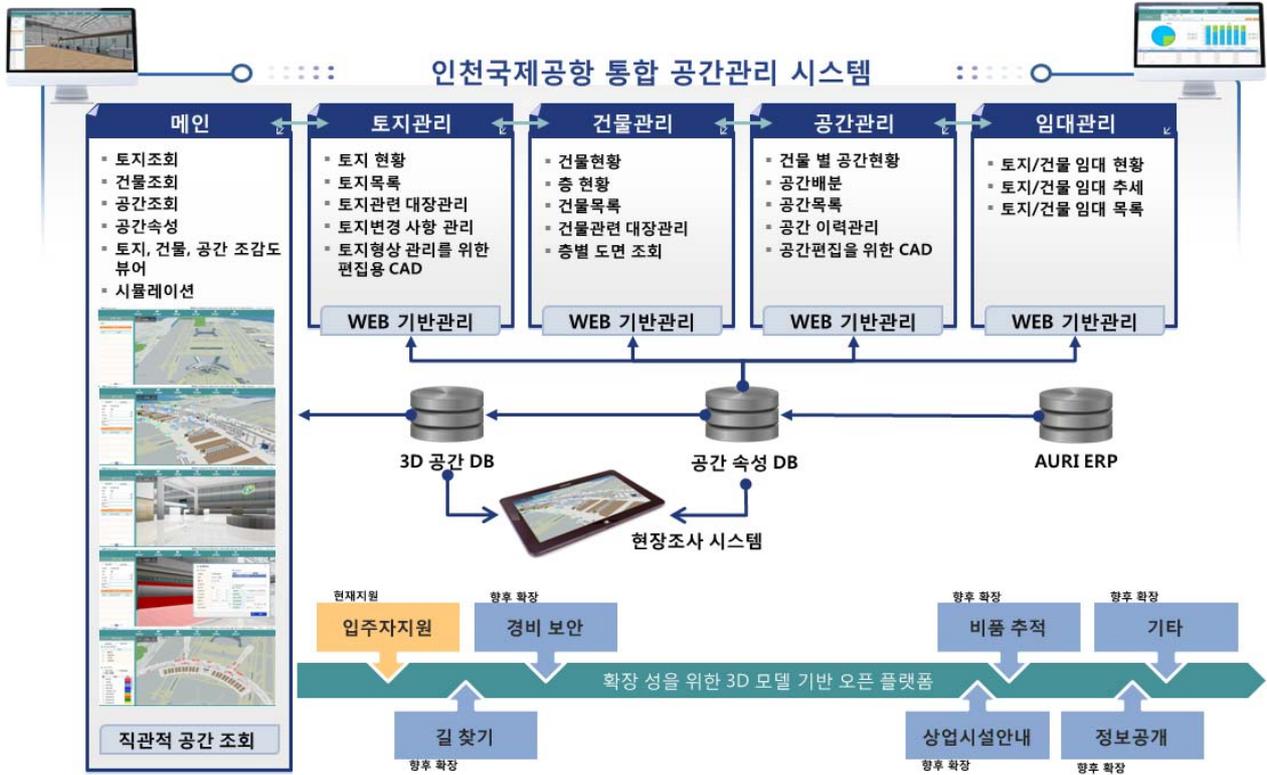


Fig. 2 System Framework

3.2 ISMS DB 와 구축 방법

ISMS 는 기본적으로 ERP 와 연계되어 있으며, 자체 정보처리를 위한 토지정보, 건물정보, 공간정보의 3 개의 DB 로 구성 되어 있으며, 각각의 DB 의 구축 방법은 다음과 같으며, Figure 3 은 구축과정을 도식화 한 것이다.

- 토지정보 DB - IIA 가 위치한 지역의 GIS 정보를 이용하여 구축
- 건물정보 DB - 기존 정보와 현장조사를 통해 180 개 건물의 위치를 파악 후 구축, 각 건물의 식별성을 높이기 위해 실사 촬영한 사진을 이용하여 모델 구축
- 공간정보 DB - IIAC 가 보유하고 있는 모든 건물의 autocad dwg 파일을 수집 정리한 후, ISMS 를 위해 제작된 전용 3D CAD 프로그램을 이용하여 구축, 각 공간의 식별성을 높이기 위해 실사 촬영한 사진을 이용하여 signage 및 간판 제작



Fig. 3 DBs for the system

3.2 ISMS DB 와 구축 방법

ISMS 의 구축을 위한 기본 요구 사항은, 모든 건물 및 공간은 3D 로 구현 되어야 하며, 토지, 건물, 층, 공간은 별도의 창으로 표시되지 말고 동일한 화면 안에서 처리해야 한다 라는 요구 조건이 있었으며, 그 이유는 이 조건을 만족 시키지 못하면 사용자에게 혼란을 주어서 집중도를 저하 시키기 때문이다. 또한 3D 모델의 로딩 시간은 15 초 이내로 해야 되며, 3D 뷰어 에서 사용자의 명령에 반응하는 응답시간도 중요한 조건으로 제시 되었다. 요구사항을 정리하면 다음과 같다.

- 3D 데이터의 처리 - 3D 데이터는 서버에서 다운로드 받아야 하며, 요청 후 화면에 표시되는 응답 시간은 15 초를 넘어서는 안 된다. 단 3D 모델의 편집 시에는 이 조건을 적용하지 않는다.
- 3D 뷰어의 성능 - 3D 뷰어는 사용자가 시스템을 사용하는데 불편함이 없는 수준의 응답 시간을 구현해야 한다. 최소한 10fps 는 보장해야 한다.
- 공간의 편집 - 공간의 편집을 위해서 사용되는 CAD 시스템은 시스템과 통신이 가능해야 한다. 또한 변경한 내용은 별도의 수작업 없이 시스템 내에서 자동으로 처리 되어 반영되어야 한다.

상기의 조건은 IIA 와 같은 대규모 시설에서는 상당한 난제가 될 수 있다. 이를 해결하기 위해서는 먼저 3D 모델 파일 포맷의 처리가 필요 했다. 기존의 3D 파일 포맷들은 공간관리 측면에서 상당히 불필요한 데이터를 포함 하고 있으며, 자세한 포맷 정보가 공개 되지 않는 경우가 존재 한다. 이를 위해 새롭게 파일 포맷을 디자인 했다. 자체 파일 포맷의 제작을 통해, 파일 포맷에 관한 완벽한 이해는 상기의 요구 조건을 만족 시킬 수 있는 기반이 되었다. 하지만 시행착오도 존재 했는데 이는 초반에 개발의 편의를 위해 XML 형태의 포맷을 사용 함으로 인해 요구 조건을 만족 시키지

못해 Bi-nary 형태의 포맷으로 변경하여 처리 속도를 요구 조건에 맞출 수 있었다.

3D 데이터의 경량화 이외에도 3D 뷰어도 문제를 가지고 있었는데, 기존의 건축용 3D 뷰어는 그 속도와 시각화 표현 수준이 일반인이 사용하기에는 만족스럽지 않고, 또한 ISMS 와 같은 통합 시스템에 적용하기에는 customizing 에 한계가 있었다. 이러한 이유로 자유롭게 개발이 가능하고 만족스러운 시각화 수준을 구현 할 수 있는 Unity 3D 를 이용하여 3D 뷰어를 개발 하였다.

3D 뷰어의 개발에서도 새롭게 디자인한 3D 파일 포맷이 많은 도움이 됐다. 즉 3D 뷰어를 위한 파일 변환을 위한 importer 의 제작이 용이 했다. Figure 4 참조하면, ISMS 의 각 모듈간의 프로세스를 확인 할 수 있다.

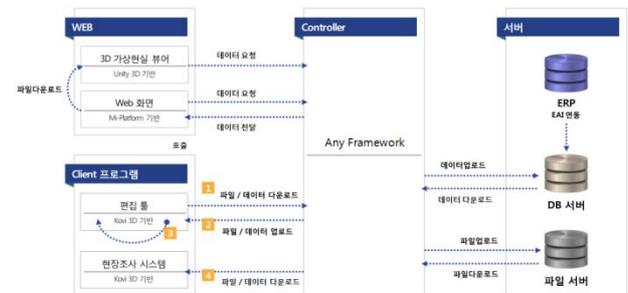


Fig. 4 Working process and system modules

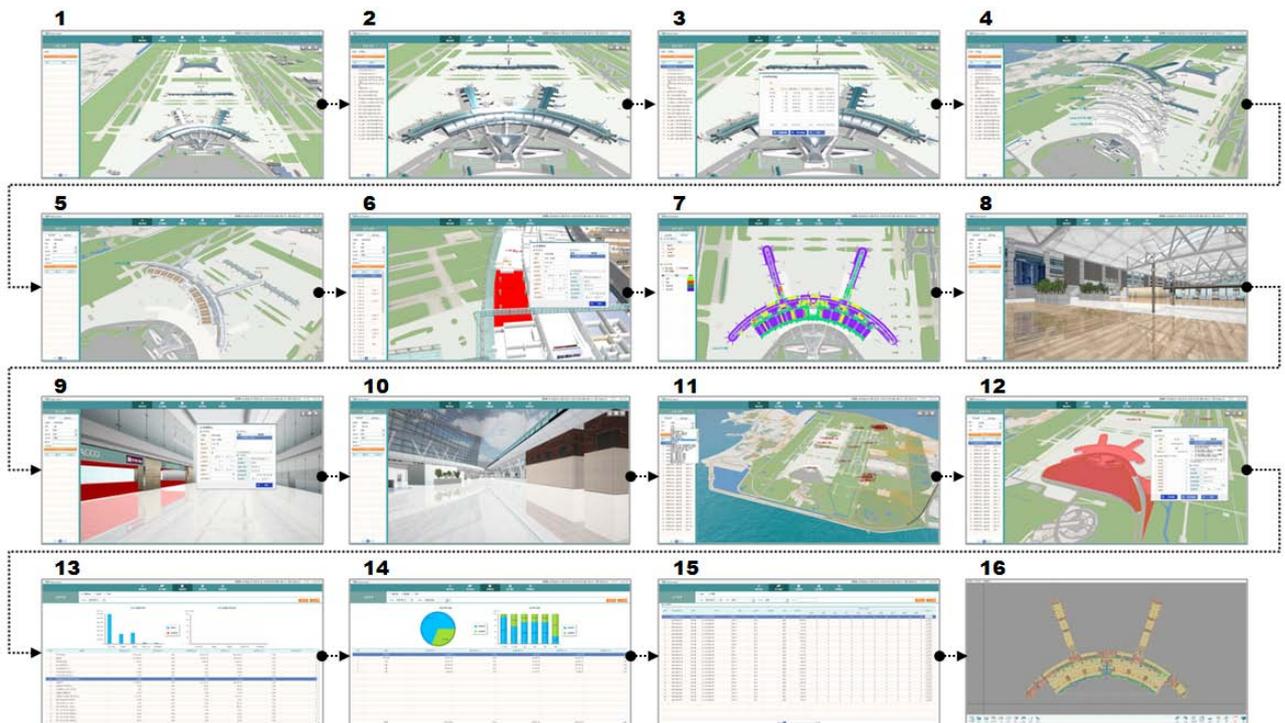


Fig. 4 Working process and system modules

Figure 5 는 ISMS 의 완료된 후 작동시킨 내용을 캡처한 것이다. 이를 통해 ISMS 의 모습을 확인 할 수 있다. Figure5 상의 1 번은 초기 화면, 2 와 3 은 건물을 검색한 후 속성정보를 표시하는 화면, 4~7 번은 건물 실내공간에 접근하는 방법과 공간의 검색 및 공간의 정보를 확인 하는 것을 보여 준다. 8~10 은 walk-thru 화면을 보여 주는데 이 기능을 이용하여 보행자 시점에서 공간을 인지 할 수 있는 기능이다. 11~12 는 토지관리, 13~15 는 웹기반 관리 기능, 그리고 마지막으로 16 은 3D 모델의 작성과 편집을 위한 ISMS 전용 3D CAD 시스템 화면이다.

4. 결 론

ISMS 개발을 통하여 IIAC 는 대규모 공항 최초로 공항전체를 대상으로 하는 토지, 건물, 공간, 특히 실내공간을 3 차원으로 통합 관리하는 시스템을 개발 하여, 업무에 성공적으로 적용 하였다. 이를 통해 대규모 3D 모델을 처리하는 경험을 축적한 것은 의미 있는 성과 이다. 이를 바탕으로 현재 BIM 으로 진행 중인 제 2 여객 터미널의 BIM 데이터를 ISMS 에 적용 시키는 방법을 모색하고 있으며 해결 되어야 한다. 현재 이를 위해서 IFC 파일을 ISMS 에 적용한 3D 파일 포맷으로 변환하

는 방법을 연구 중이다

감사의글

본 연구는 IIAC 지원과 개발 주관사인 Korea Virtual Reality 의 ISMS 개발 관련자들의 도움으로 완성 되었습니다.

참고문헌

1. IFMA: 2014, What is FM?, <http://www.ifma.org>
2. IWMSNEWS: 2014, 9 Benefits of Space Management That Will Impact Your Bottom Line Big Time, <http://www.iwmsnews.com>.
3. Wikipedia: 2014, Compute aided facility management, <http://en.wikipedia.org>
4. ARCHIBUS: 2014, <http://www.archibus.com>
5. dRofus: 2014, <http://www.drofus.no/en>
6. EcoDomus: 2014. <http://www.ecodomus.com>
7. FM:Systems: 2014. <http://www.fmsystems.com>
8. Zutec: 2014. <https://www.zutec.com>
9. Zuuse: 2014. <http://www.zuuse.com.au>